

Compte rendu de la réunion No. 4  
e<sup>±</sup> dans le PS

Personnes présentes: Y. Baconnier, M. Bouthéon, E. Brouzet, A. Burlet,  
R. Cappi, J.P. Delahaye, A. Poncet, J.P. Potier,  
J.P. Riunaud.

\* \* \* \* \*

AGENDA

1. Effet des e<sup>±</sup> sur le vide PS (A. Poncet)
2. Divers: liste des paramètres e<sup>±</sup> pour le PS.

Prochaine réunion : Jeudi, 4 novembre 1982 à 14h30  
dans la grande salle de Conférence PS

AGENDA

1. Instrumentation e<sup>±</sup> du SPS (L. Burnod)
2. Les pick-ups du PS avec les e<sup>±</sup> (E. Schulte)
3. Les transformateurs d'intensité du PS avec les e<sup>±</sup> (G. Gelato)

J.P. Riunaud

Distribution:

Personnes présentes  
R. Garoby  
T. Risselada, ISR

# 1- Effet des $e^+$ sur le vide PS : (A. Poucet - Annexe 1)

— Les premières estimations de remontée de pression dans le PS, due à l'accélération des  $e^+$  ont été données dans la note CERN/PS/DL/LEP/Note 80-4 (l'éditeur J.H.B. Hadsen). Elles étaient basées sur des valeurs de  $\eta$  (coeff. de dégazage en molécules/photoélectron) et  $\delta$  (coeff. de production de photoélectron/photon) tels que

$$\eta \delta = 1.4 \times 10^{-5}$$

Valeur extrapolée à partir de mesures faites sur PETRA, après 1000 mAh de "nettoyage" par le faisceau.

Or dans le PS, initialement (avant "nettoyage") le produit  $\eta \delta$  est estimé à

$$0.01 \text{ cm}^3 < 1$$

De plus, une dose de 1000 mAh me sera obtenue dans le PS qu'après  $\approx$  2000 heures de fonctionnement.

La remontée de pression, estimée à un facteur 2.5 dans CERN/PS/DL/LEP/Note 80-4 semble donc très optimiste.

— Par ailleurs, des mesures faites récemment sur DCI à Orsay, et extrapolées au PS à l'aide de facteurs d'échelle tenant compte des différentes caractéristiques des 2 machines, montrent aussi que la pression dans le PS peut facilement monter au dessus de  $10^{-7}$  torr. Cependant ces mesures n'ont pas été effectuées sur une chambre type PS, avec son "degré de propreté" habituel.

- Cette remontée de pression requise non seulement d'être rapide pour les  $e^+$ , mais aussi pour l'accélération de protons à haute intensité dans le mode entrelacé.

- En conclusion, il apparaît que :

a) L'étude devra être approfondie et discutée avec G. Grobner

b) Des mesures devront être faites sur une chambre type PS, dès que cela sera possible, à ORSAY.

c) Des remèdes seront à prévoir - Plusieurs solutions sont envisageables, comme par exemple "nettoyage" de la chambre avec des intensités élevées, mise en place "d'écrans" pour protéger la chambre, "nettoyage" de la chambre avec décharge gazeuse -

d) une estimation des moyens à mettre en œuvre devra être évalué (temps, argent, man power).

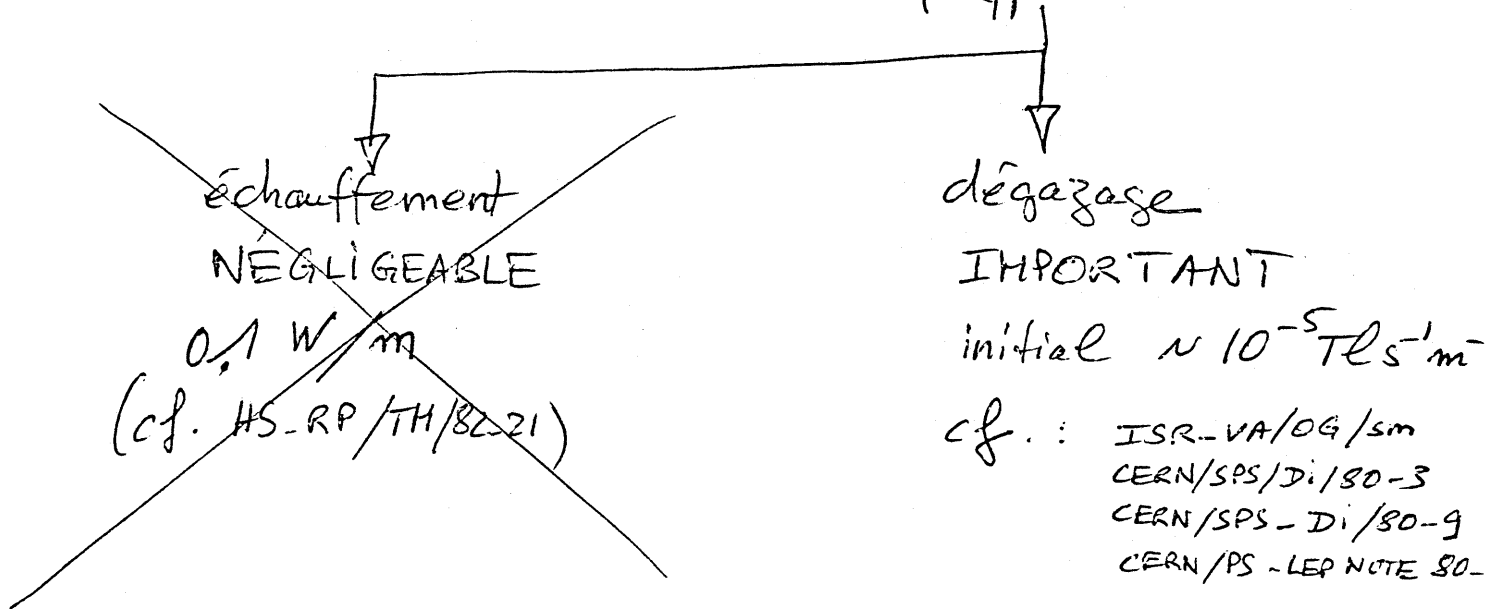
- A. Burllet fait remarquer que une nouvelle chambre est préférable à des modifications de la chambre actuelle, du point de vue des doses de radiation reçues par le personnel.

- Une note technique resumant les résultats de cette étude, par A. Poncet, est en préparation.

2. Divers: La liste des paramètres (connus) du PS en opération avec les  $e^+$  est jointe en annexe.

**$e^{\pm}$  DANS LE PS**  
CONSEQUENCES POUR LE VIDE

$e^{\pm}$  relativistes dans PS  $\longrightarrow$  Lumière synchrotronique  
frappe la chambre à vide



DONC: QUEL DEGAZAGE DYNAMIQUE ?

2 approches:

Académique

MECANISME:

1 Photon du ray+ synchro.  
frappe la chambre à vide  
- par seconde  
- par mA de faisceau  
- par eV

$$\frac{d^3 N}{dE dt di}$$

$\gamma$  Photo  $\longrightarrow$   
- électrons  
sont produits  
qui frappent  
la chambre  
- par seconde  
- par photon  
d'énergie  $E$

$$\gamma = k E^h$$

$\gamma \times \eta$  molécules  
sont désorbées  
par seconde  
Dans l'ordre  
 $H_2$   
 $CO_2$   
 $CO$   
 $CH_4$

Intégrations assez complexes mais conduisent à :

Nombre de photons:  $\frac{dN_\gamma}{dt} \approx 10^{18} \cdot E(\text{GeV}) \cdot I(\text{mA})$

Production de photo electrons

$$\frac{dN_e}{dt} = \frac{\gamma}{\sin \phi} \frac{dN_\gamma}{dt}$$

Taux de dégozage linéique

$$\frac{dQ}{ds} = \frac{1}{2\pi\rho} \frac{\gamma\eta}{\sin\phi} \cdot \frac{1}{3.2 \times 10^{19}} \frac{dN_\gamma}{dt}$$

$$\phi = \text{angle d'incidence} \approx \sqrt{\frac{2d}{\rho}}$$

$$\Rightarrow \left[ \frac{dQ}{ds} \text{ (t. } \ell^{\#} \text{s}^{-1} \text{m}^{-1}) = \frac{3 \cdot 10^{-2} \eta \gamma}{2\pi \sqrt{2d\rho}} E(\text{GeV}) I(\text{mA}) \right]$$

Problèmes en utilisant cette formule

# dépendance sur  ~~$\phi$~~   $\neq \frac{1}{\sin \phi}$

#  $\eta \gamma$  : mal connu!!

Les premières estimations (Gröbner - Madsen) ont utilisé

$$\eta \gamma = 1.4 \times 10^{-5}$$

$$\Rightarrow \text{donnant } \frac{dQ}{ds} \approx 1.6 \times 10^{-6} \text{ TL s}^{-1} \text{ m}^{-1}$$

soit un facteur 2.5 en pression moyenne

Mais  $\eta \gamma$  avait été extrapolé de mesures sur PETRA après 1000 mA h de nettoyage par faisceau !

en fait, pour PS, initialement

$$\eta \approx 1 - 10$$

$$\gamma \approx 0.1 - 0.01$$

(!)

$\Rightarrow$  nécessité de mesures -

2<sup>e</sup> approche : extrapolation des résultats d'ORSAY (DCI)

# Extrapolation des mesures DCI au PS (ISR - VA / OG / SM / TR - 4) 10.2.82

PARAMÈTRES	# Rayon de courbure	$\rho \approx 70 \text{ m}$
D'ÉCHELLE PS	# Énergie critique	$E_c = 1.36 \text{ keV}$
	# Courant moyen	$I = 5 \text{ mA}$
	# Énergie Faisceau	$E = 3.5 \text{ GeV}$
	# Angle d'incidence	$\varphi \approx 45 \text{ mrad}$
	# Périmètre cible	$A \approx 0.4$

SERVENT À  
CALCULER

#  $k(\varphi) \left( \approx \frac{1}{\sin \varphi} \right)$  dépendance  $\frac{\text{electron}}{\text{photon}}$   
sur  $\varphi$

#  $I^* = 364 \times k(\varphi) \times \frac{E}{\rho}$  Courant dans DCI  
qui donne le  
taux de désintégration  
que 1 mA ds la  
machine étudiée

#  $D^* = 1.1 \times 10^3 \times k(\varphi) \times E \times \frac{A}{\rho}$

Dose en mA x h dans DCI  
équivalente à 1 mA x h ds  
la machine étudiée

Table 1  
Scaling parameters

	$\rho/m$	A/m	$\rho/mrad$	E /GeV
DCI test chambers	3.82	.33	11 ± 2.5	1.72
LEP-11	3103.6	.33	6.5	16
SPS	741.3	.4	14.2	10
PS	70.08	.4	48	4.5
PETRA	192.	.29	24	6.4
CESR	88.	.23	32	4.9
PEP	165.5	.25	24	6
TRISTAN	223	.33	23	6.6
<b>EPA</b>	<b>1.43</b>	<b>.3</b>	<b>190</b>	<b>.65</b>

Table 2

	$k^*(\rho)$	E/GeV	$I^*/mA$	$D^*/mAh$
DCI test chambers	1	1.72	1	1
LEP-11	1.14	22 50	2.9 6.7	2.9 6.7
SPS	0.93	3.5 22	1.6 10	1.9 12.2
PS	0.64	3.5	11.6	14.1
PETRA	0.78	6.4 15	9.5 22.2	8.3 19.4
CESR	0.74	6	18.4	12.8
PEP	0.78	6 15	10.3 25.7	7.8 19.4
TRISTAN	0.78	6 25	7.6 31.8	7.6 31.8
<b>EPA</b>	<b>0.4</b>	<b>.65</b>	<b>66.2</b>	<b>66.2</b>



Pour revenir aux premières estimations  
basées sur  $\eta \approx 1.4 \times 10^{-5}$  correspond  
à 1000 mAh dans PETRA :

1000 mAh dans PETRA  $\Rightarrow$  1376 mAh  
dans PS

Combien de temps en mode ~~dédié~~  
dédié ? :

$$t = \frac{1376}{I} \times d \quad [\text{heures}]$$

avec  $d \approx \frac{\text{durée du cycle}}{\text{temps à 3.5 GeV}} \approx \frac{1.26}{0.15} = 8.4$

avec  $I = 5 \text{ mA} \Rightarrow \underline{t \approx 2311 \text{ h}}$

(en fait on "nettoie" sur le front de  
montée donc  $t \approx 2000$  heures)

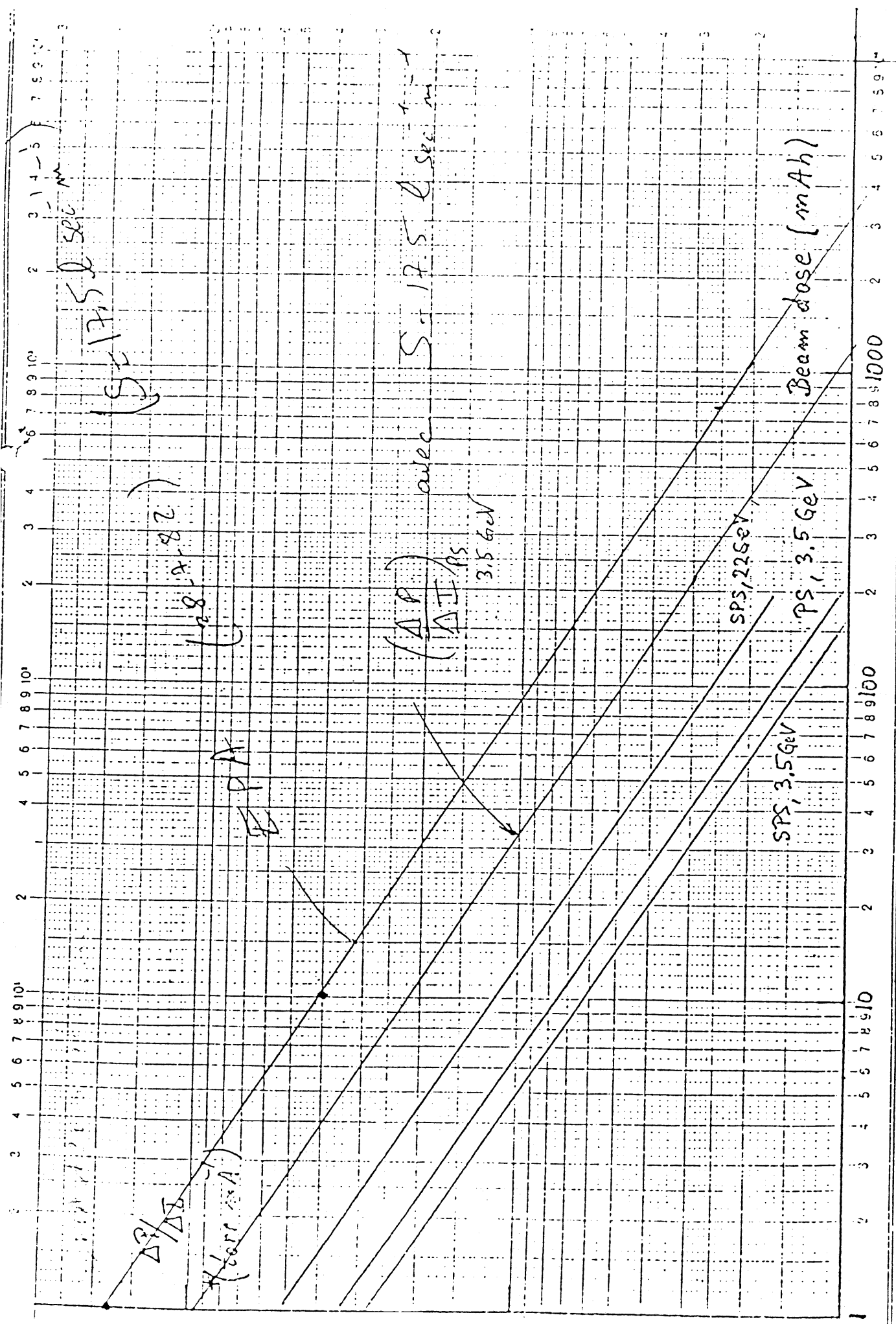


Figure 2

Beam dose [mAh]	Time elapsed in full dedicated mode, and 5 mA average current, and 1.26 sec cycle with 0.15 sec flat top [hours]	Gas pressure in the PS at 3.5 GeV with $S = 17.5 \text{ ls}^{-1} \text{ m}^{-1}$ [Torr]	Corresponding gas load [Torr <sup>-1</sup> s <sup>-1</sup> m <sup>-1</sup> ]
1	1.7	$5 \times 10^{-6}$	$8.8 \times 10^{-5}$
5	8.4	$1.75 \times 10^{-6}$	$3 \times 10^{-5}$
50	84	$4 \times 10^{-7}$	$7 \times 10^{-6}$
500	840	$1 \times 10^{-7}$	$1.8 \times 10^{-6}$
1000	1680	$5 \times 10^{-8}$	$8.8 \times 10^{-7}$

(Static)  $(1 \times 10^{-8})$   $(2 \times 10^{-7})$

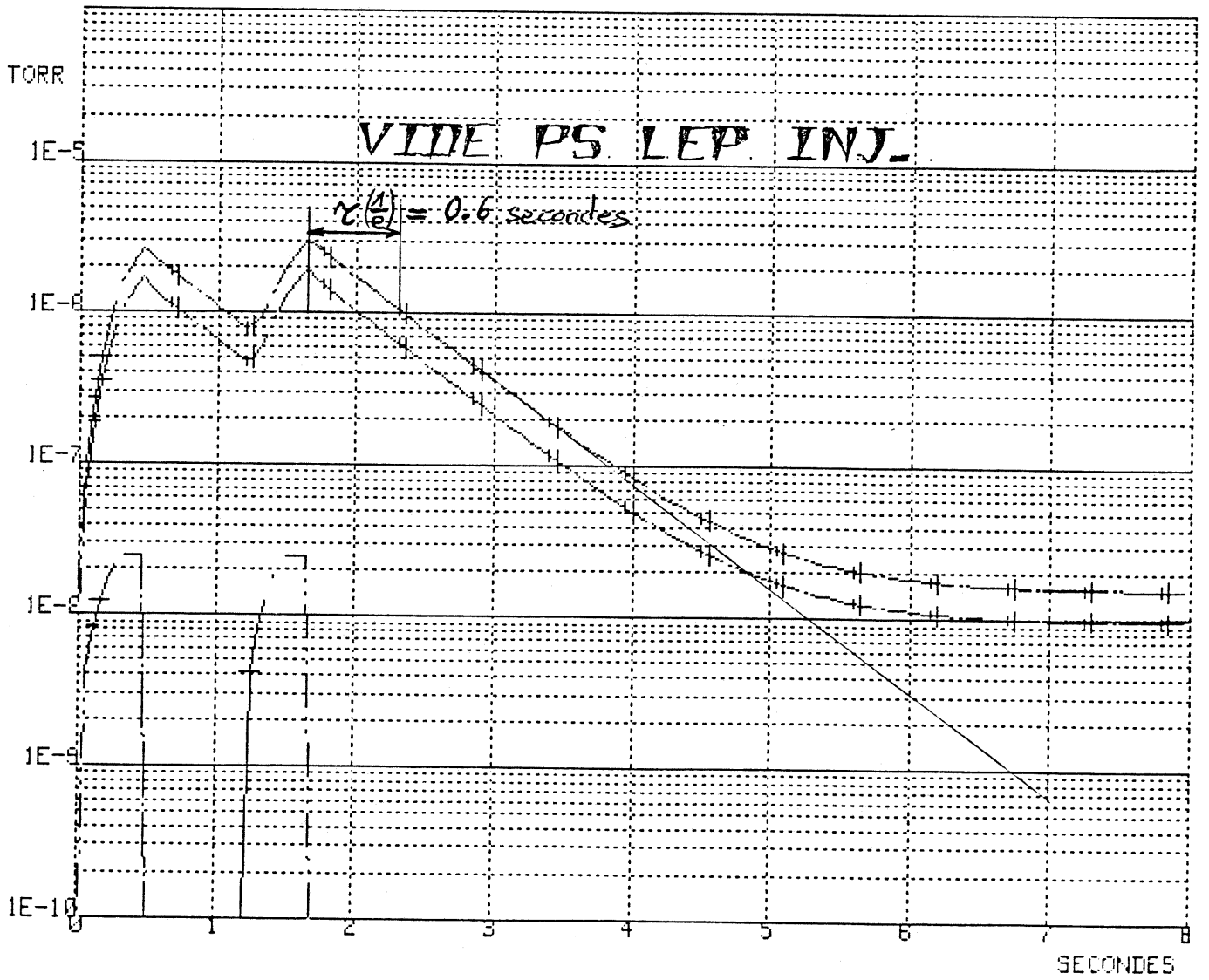
The above average pressure values have been extrapolated from measurements on DCI, BORSA, and are valid at continuous beam current and for a given energy of 3.5 GeV. In the PS the 8 (or 4) bunches are kept at top energy of 3.5 GeV for only 12% of the time they are in the machine. ~~Could it be that the gas pressure be in between the static one and the top?~~ Thus the gas pressure seen by the beam should be somewhat lower than the above values. But how much lower? The answer is not so obvious, as it depends on the time constant of the PS pumping system, whether the beam will see some kind of averaged pressure over a number of cycles or a modulation of the pressure at the rate of the successive cycles.

For this reason, a dynamic simulation has been made (see annex 1), which shows that:

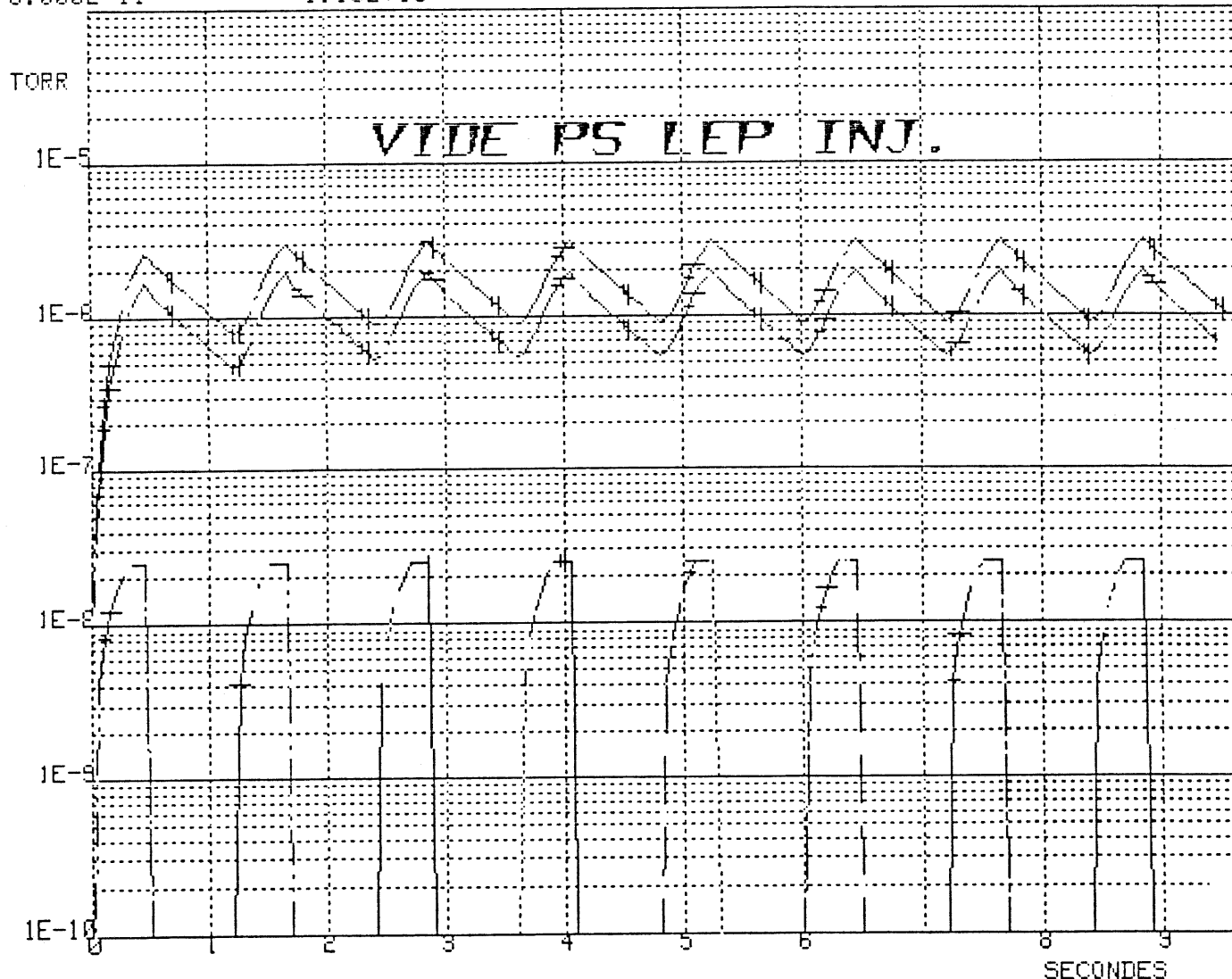
- the PS vacuum system has a time constant of 0.6 sec
- due to that rather short time constant, the beam will see a gas pressure of ~60% of the top values given above since the pressure is allowed to fluctuate at the cycle rate.
- the averaged pressure over a <sup>full</sup> supercycle will be just about 20% of the top values.

Thus, in assessing the effects of the gas pressure on the beam properties (stability, emittance growth), one has to consider a gas pressure of 60% of the ~~top~~ <sup>static</sup> values at 3.5 GeV ~~with a~~ ~~dedicated~~ ~~gas~~ ~~load~~.

The next question is: what will be the residual gas composition (or average mass) at these pressures?



6.000E-11	5.00E-01	2.42E-06
6.000E-11	5.50E-01	2.23E-06
6.000E-11	6.00E-01	2.06E-06
6.000E-11	6.50E-01	1.90E-06
6.000E-11	7.00E-01	1.75E-06
6.000E-11	7.50E-01	1.62E-06
6.000E-11	8.00E-01	1.49E-06
6.000E-11	8.50E-01	1.38E-06
6.000E-11	9.00E-01	1.27E-06
6.000E-11	9.50E-01	1.18E-06
6.000E-11	1.00E+00	1.09E-06
6.000E-11	1.05E+00	1.00E-06
6.000E-11	1.10E+00	9.28E-07
6.000E-11	1.15E+00	8.58E-07



DATE OF RUN <MM,DD,YY> 11 / 10 / 82  
 VIDE PS LEP INJ.

NOMBRE DE SEGMENTS 1  
 TAUX DE DEGAZAGE (T\*1/sec-cm<sup>2</sup>) 6.0E-11  
 ENTRER LES DONNEES DU SEGMENT No= 1  
 LONGUEUR (cm)= 580.0  
 CONDUCTANCE POUR L'AIR (litre/sec)= 17.0  
 PERIMETRE (cm)= 36.0  
 VOLUME PAR CM (litres/cm)= .1  
 VITESSE DE POMPAGE AMONT (H2:litre/sec)= 65.0  
 CHARGE DE GAZ AMONT (H2:Torr\*litre/sec)= 0.0  
 VITESSE DE POMPAGE DERNIERE POMPE AVAL (H2:litre/sec) 65.0  
 CHARGE DE GAZ AVAL (H2:Torr\*litre/sec)= 0.0

CALCUL DYNAMIQUE.....

NOMBRE DE POINTS:TX DE DEGAZ. EN FCTN DU TEMPS = 10.0  
 POUR 1.0 PERIODES  
 TAUX DE DEGAZAGE= TEMPS=

The answer is also given in reference 4), where it has been measured <sup>mainly</sup> that dynamic outgassing will concern ~~the~~ ~~order~~, in decreasing order,  $H_2$  &  $CO_2$ ,  $CO$  and  $CH_4$ . That is, one should take on the average a mass of 28 in the following calculations.

### 3. Ion - electron stability:

The subject has already been studied for the PS by Y. Beaumier, in a private note, using the formulae of the CERN report: CERN/SPS/80-2.

The results are just summarised in Table 1 <sup>as a function of pressure &</sup> ~~for the different cleaning~~ times, for

$$\rightarrow \tau_i \text{ (ionisation time, mass 28)} = \frac{1}{d_m \sigma_i c} \quad [\text{sec}]$$

with  $d_m$  (molecular density) =  $9.65 \cdot 10^{24} \frac{P_m}{T} [\text{m}^{-3} \text{K Torr}^{-1}]$   
 and  $\sigma_i$  (ionisation cross section for 3.5 GeV e)  $\approx 1.5 \cdot 10^{-22} [\text{cm}^2]$

$$\rightarrow A_c \text{ (critical mass)} = \frac{N}{n} \frac{r_p}{m} \cdot \frac{\pi R}{\beta \sigma_y^2 \left(1 + \frac{\sigma_x}{\sigma_y}\right)}$$

with

- $N$  total number of particles  $8 \cdot 10^{10}$
- $n$  number of bunches 8 (or 4) 18
- $r_p$  proton radius =  $1.54 \cdot 10^{-18} \text{ m}$
- $\beta = \frac{2v}{c} \approx 1$
- $\sigma_y$  = vertical beam size <sup>SP</sup> ~~(rms)~~ =  $1.5 \cdot 10^{-3} \text{ m}$
- $\sigma_x$  = horizontal " " ~~(rms)~~ =  $2.2 \cdot 10^{-3} \text{ m}$

This gives  $A_c = 0.11$  for 8 bunches, 0.44 for bunches.

$\Rightarrow$  This means that all ions will be trapped in the beam, of mass  $A \rightarrow A_c$ .

$A_c$  calculated with the above formula, which is derived from a linear theory (see CERN/SPS/80-2), which does not take into account all the phenomena <sup>governing</sup> ~~governing~~ the ion motion into the beam, is usually underestimated by a factor of 5 or 10. Even if one takes this into account, it is clear that with an average mass of 28 for the ions in the PS, these will ~~also~~ be trapped into the potential well of the beam and they will accumulate up to full neutralisation in a time equal to the ionisation time  $\tau_i$ .

Since, as can be seen from table 1,  $\tau_i$  is always shorter - even down to static pressure of  $10^{-8} \text{ Torr}$  - shorter than the time the beam is in the machine ( $\approx 0.45 \text{ sec}$ );  $\Rightarrow$  the neutralise

factor  $\eta$  will always reach a value close to the absolute maximum permissible value of

$$\eta = \hat{\eta}$$

$$B = \frac{n_b \sigma_s}{R \sqrt{2\pi}} = \frac{1}{209} \quad \text{Bunching fact.}$$

with  $\sigma_s = 15 \text{ cm}$  (1 $\sigma$  bunch length)  
 $n_b =$  bunch number

and the incoherent space charge  $\Delta Q_V$  will be: ( $\Delta Q_H < \Delta Q_V$ )

$$\Delta Q_V = \frac{N_e r_e \hat{\eta}}{4\pi B \sigma_y (\sigma_x + \sigma_y)} = 4.4 \times 10^{-2} \quad \text{at injection energy of } 0.6 \text{ GeV}/c$$

$$\text{with } \begin{cases} r_e = 2.8 \times 10^{-15} \text{ m} \\ \hat{\eta} = 16 \text{ m} \\ \gamma = 1200 \end{cases}$$

Rayonnement de freinage :

$$\tau_b = \frac{X_0}{p \cdot W} = \frac{4.66 \times 10^{-8}}{P \text{ (Watt)}} \text{ [sec.]} \quad \text{pour CO}$$

Diffusion simple

$$\frac{1}{\tau_{CS}} = \nabla \cdot C \text{ Notion} \quad \nabla \approx \frac{4\pi r_0^2 Z^2}{r^2 \theta_{\max}^2}$$

$$\tau_{CS} \approx \frac{2.87 \times 10^{-8}}{P} \text{ [sec.]} \quad \theta_{\max} = \frac{A}{\sqrt{\beta \beta_{\max}}}$$

Diffusion multiple :

$$\frac{1}{\tau_{MS}} = k \frac{\beta}{P^2 E} m_{MS}$$

$$m_{MS} = 1.95 \times 10^{25} \frac{P_g}{T \text{ (}^\circ\text{K)}}$$

$$\Rightarrow \tau_{MS} = \frac{2 \cdot 10^{-6}}{P_g} \text{ [T.]} \quad (3.5)$$

$$= \frac{6.8 \times 10^{-5}}{P_g} \text{ (0.6 GeV)} \quad \%$$



Beam dose [mAh]	Cleaning time [hours]	Gas Pressure [Torr]	ionisation time [ms]	$\tau_b$ + Rayon de focage [sec]	$\tau_{CS}$ diffusion simple [hours] [sec]	$\tau_{HS}$ Multiple scattering [sec]	(600 MeV)	$\tau_{HS}$ (sec) = $1.6 E^2 / (7.0 E - 5.5)$
1	1.7	$3 \times 10^{-6}$	0.2	55	34.5	0.7	0.019	
5	8.4	$1 \times 10^{-6}$	0.7	166	103.5	2	0.055	
50	84	$2.4 \times 10^{-7}$	3	440	276	8.3	0.23	
500	840	$6 \times 10^{-8}$	4.2	2750	1725	33.3	0.92	
1000	1680	$3 \times 10^{-8}$	23	8300	3500	66.6	1.85	
(static) (assuming CO)		$(1 \times 10^{-8})$	(70)	(16500)	(10500)	(199.8)	(5.6)	

$$\tau_{HS} (\text{sec}) = 1.6 E^2 / (7.0 E - 5.5)$$

$$\tau_{HS} (\text{sec}) = 1.6 E^2 / (0.7 E - 0.55)$$

# CONCLUSION :

Ça devrait marcher mais :

# initialement pas de marge de sécurité (émission) ---

# Quel sera de "nettoyage" moyen ?

(dépend de l'intervalle d'ouverture moyen et de la recirculation au pompage - étudage VPI ---)

réponse peut être avec manip sur DCI ORSAY ? à étudier

# ?

CPS  $e^\pm$  PARAMETER LIST

(tentative)

1) GENERAL MACHINE PARAMETERS

Nominal top Energy	$E_p$	3.5	GeV
Nominal Injection Energy	$E_i$	.6	GeV
Mean Radius	$R$	100	m
Lattice (combined functions)		FODO	
Horizontal tune	$Q_x$	6.26	
Vertical tune	$Q_y$	6.26	
Momentum Compaction factor	$\eta_p$	.0267	
Damping partition numbers		with bunch Expansion	with bunch Compression
	$J_E$	.2	3.3
	$J_x$	2.8	-.3
	$J_z$		1
Damping time constants (at 3.5 GeV)			
	$\tau_E$	370	22 ms
	$\tau_x$	26	-247 ms
	$\tau_z$		74 ms

## 2) PERFORMANCE AT 3.5 GeV

### Interleaved mode

Scheme ( $N_b$ = number of particles per bunch)	Basic	Variant 1 (smaller $N_b$ )	Variant 2 (Higher $N_b$ )
Number of bunches	8	8	4
total number of $e^+e^-$ cycles per supercycle	4	8	4
$N_b$	1	.51	2 $\times 10^9$

### Transverse Beam Characteristics (at 3.5 GeV - Basic Scheme)

Emittance		with bunch Expansion	with bunch compression (after 100m flat-top)	
Horizontal Emittance (without coupling)	$\frac{\sigma_{x\beta}^2}{\beta_{x0}}$	44.5	1000	mm
Horizontal Emittance (with coupling $\mathcal{K} = .25$ )	$\frac{\sigma_{x\beta}^2}{\beta_{x0}}$	42	940	mm
Vertical Emittance (with coupling $\mathcal{K} = .25$ )	$\frac{\sigma_{y\beta}^2}{\beta_{y0}}$	2.6	59	mm
r.m.s. Beam Size		straight section		
r.m.s. Horizontal Beam Size (without coupling)	$\sigma_{x0}$	F	2.6	5.3 mm
		D	2.6	4.2 mm
r.m.s. Vertical Beam Size (with coupling)	$\sigma_{y0}$	F	.2	.8 mm
		D	.2	1.1 mm

## Longitudinal Beam characteristics (at 3.56W - Basic scheme)

Energy spread	$\frac{\Delta E}{E}$	9.2	$\times 10^{-4}$
bunch length	$\Delta_s$	.15	m

### 3) MAGNET PARAMETERS

#### Main Magnet

Bending radius	$\rho$	70.08	m
Field at top Energy	$B_f$	1.666	G
Field at Injection Energy	$B_i$	.286	G

#### Robinson Wiggler

location		Mid F Section	
Structure		A B B A	
Effective Length		.654	m
Block Length	$L_A$	.146	m
	$L_B$	.134	m
Central Dipole field	$B_0$	.7	T
Gradient	G	7.78	$T/m$

#### Synchrotron Radiation Integrals

$I_1$		16.7	m
$I_2$		$9 \times 10^{-2}$	$m^{-1}$
$I_3$		$1.3 \times 10^{-3}$	$m^{-2}$
	with bunch Expansion		
$I_4$	- .16	.117	$m^{-1}$
		With bunch Compression	
$I_5$		$5.2 \times 10^{-4}$	$m^{-1}$

4) INJECTION (from LPIC No 2)

6.3.1 Magnetic septa

Number	2	
Situation	SS 74 and SS 92	
Deflection angle	160	mrاد
Septum strength	3200	G.m
Magnetic length	0.4	m
Operation	pulsed (or d.c.)	
- repetition cycle	1.25	sec
- flat top length	$\geq 2.1$	microsec
Minimum stability over flat top length	0.01	%
Thickness	4 - 6	mm
Minimum aperture (beam diameter $\pm$ alignment + sagitta)		
- horizontal	64	mm
- vertical	20	mm
Position		
- horizontal (from vacuum chamber centre)	$+ 60 \pm 10$	mm
- vertical	$\pm 5$	mm
- angular (fixed point at downstream edge)	$6 \pm 6$	mrاد

6.3.2 Kickers

Number	2	
Situation	SS 72 and SS 94	
Type	lumped inductance	
Impedance	8	Ohm
Kick strength	180	G.m
Number of modules per kicker	1	
Repetition cycle	1.25	sec
Pulse		
- risetime (2-98 %)	$\leq 250$	nsec
- flat top length	2.1	microsec
Minimum stability over flat top length	$\pm 0.5$	%
Maximum jitter	$\pm 5$	nsec
Aperture		
- horizontal	110	mm
- vertical	70	mm

## 5) RF PARAMETERS (at 3.5 GeV)

Cavities (number and location)

Frequency	$f$	7.6	114	MHz
harmonic number	$h$	16	240	
Peak RF Voltage	$V$	220	950	kV
Synchrotron tune	$Q_s$	$1.5 \times 10^{-3}$	$1.65 \times 10^{-2}$	
Synchrotron phase	$\varphi_s$	60	11.5	$^\circ$
Synchrotron radiation loss/turn	$U_0$		190	keV
Parasitic loss/turn	$U_m$			keV
Quantum life time	$\tau_q$			s
$ Z/n $ of vacuum chamber	$ Z/n $		$8 \pm 4.5$	$\Omega$
Energy spread	$\frac{\Delta E}{E}$		$9.2 \times 10^{-4}$	
Bunch length	$\sigma_s$		.15	m



## 7) SYNCHROTRON RADIATION AND VACUUM

### Synchrotron Radiation

Critical Energy	$U_c$	1.4	KeV
Radiated Power	$P$	1	W/m
$\left[ \begin{array}{l} N_b = 8 \times 10^{10} \\ \text{Cycle of } 200 \text{ ns rise time} \\ \quad \quad \quad 200 \text{ ns flat top} \\ \quad \quad \quad 660 \text{ ns Rep. Rate} \end{array} \right]$			

### Vacuum

Desorption coefficients	$\delta$	0.1 — 0.01	Photoelectrons/ Photon
	$\eta$	10 — 1	molecule/ Photoelectron
Upper limit of pressure			Torr
Beam-gas lifetime			s.